

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

УДК 674.093

А.И. Агапов  
(A.I. Agarov)  
ВятГУ, Киров  
(VyatSU, Kirov)

### **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД СОСТАВЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ БРУСОВО-РАЗВАЛЬНОГО СПОСОБА РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНИКА**

(SYSTEM APPROACH FOR MATHEMATICAL MODEL  
OF OPTIMIZATION PROBLEMS RAZVAL'NOGO-CUTTING  
METHOD BRUSOVO SAWLOGS)

*Составлена математическая модель для определения оптимальных размеров обрезных досок, получаемых при первом проходе раскроя пиловочника и при втором проходе раскроя двухкантного бруса с учетом ширины пропила.*

*Developed a mathematical model to determine the optimal sizes of edging boards from cutting timber on the first pass and the second pass of cutting dvuhkantnogo cutting width with the beam.*

При постановке и решении задач оптимизации рекомендуется учитывать системный подход. Так, при решении задачи по определению оптимальных размеров бруса, получаемого при раскрое пиловочника, принимают систему «пиловочник – брус» [1]. В этом случае решалась задача, при каких размерах бруса, выпиленного из бревна, получается максимальный объем. Оказалось, что размеры бруса должны быть квадратного сечения, вписанного в диаметр вершинного торца пиловочника. Анализируя оставшуюся часть от бревна, Х.Л. Фельдман рекомендует выпиливать дополнительно обрезные доски оптимальной толщины, равной 0,1 от диаметра бревна в вершинном торце [2]. Такой системный подход раздельного и независимого определения оптимальных размеров бруса и досок упрощает решение задачи, но не учитывает при раскрое пиловочника влияние взаимосвязи размеров бруса и досок на выход пиломатериалов.

А.А. Пижурич, М.С. Розенблит рассматривали задачу оптимизации получения из пиловочника ступенчатого бруса оптимальных размеров [3]. Брус распиливается с получением бруса прямоугольного сечения и одной

пары боковых обрезных досок. В этом случае рассматривалась система «пиловочник – ступенчатый брус». Оптимальные размеры бруса оказались следующими: толщина малой стороны бруса составляет 0,526 от диаметра пиловочника, а большая сторона бруса равна 0,85 от диаметра пиловочника. В этом случае в задаче оптимизации одновременно учитывались брус и пара боковых досок.

В работах по раскрою пиловочника мною рассматривалась задача оптимизации брусово-развального способа распиловки с выпиливанием из пифагорической зоны одного бруса и одной пары боковых досок [4, 5]. Математическая модель состояла из двух частей – бруса и боковых обрезных досок. При этом выдвигалась гипотеза, что при увеличении толщины бруса объем его возрастает, а размеры и объем боковых обрезных досок уменьшаются, и наоборот. Предполагалось, что, возможно, имеется такое сочетание размеров бруса и досок, при котором объем пилопродукции получается максимальным. При решении в таком виде задачи оптимизации оказалось, что оптимальная толщина бруса равна 0,526 от диаметра бревна в вершинном торце, а оптимальная толщина боковой обрезной доски составляет 0,162 от этого диаметра пиловочника.

При раскросе пиловочника брусово-развальным способом с выпиливанием одного бруса и двух пар боковых досок оптимальная толщина бруса оказалась равной 0,424 от диаметра бревна в вершинном торце [6]. В этом случае рассматривалась система «пиловочник – брус и две пары боковых обрезных досок». В системе не учитывались, прежде всего, ширина пропила и последующий раскрой бруса.

В учебной литературе [7] отмечается, что при распиловке с брусовкой наиболее целесообразной толщиной бруса является величина, равная  $0,7d \pm 0,1d$ . Далее в этой работе отмечается, что почти всегда рекомендуется метод последовательной оптимизации – для первого прохода составляют основной постав из пифагорической зоны для бруса толщиной  $(0,6-0,8)d$ , а для второго прохода составляют постав на развал этого бруса. Такой подход упрощает решение задач оптимизации, но не учитывает взаимозависимость этих стадий технологического процесса в лесопильном производстве.

В дальнейших моих работах по оптимизации раскроя пиловочника в системном подходе учитывалась ширина пропила [4, 5]. Было установлено, что с увеличением ширины пропила оптимальная толщина бруса и, следовательно, его объем возрастают, а оптимальные размеры боковых досок и, следовательно, объем их уменьшаются. В этом случае в задаче оптимизации рассматривалась система «пиловочник – брус, обрезные боковые доски и ширина пропила». В данной системе не учитывается последующий раскрой бруса с получением обрезных досок.

Таким образом, путем усложнения системного подхода можно аналитическим путем определить оптимальные размеры пиломатериалов для различных схем раскря пиловочника, а также проанализировать влияние различных факторов на оптимальные размеры бруса и боковых обрезных досок.

В предлагаемой статье рассматривается задача оптимизации раскря пиловочника с выпиливанием одного бруса и двух пар боковых обрезных досок с учетом ширины пропила и последующего раскря полученного ранее двухкантного бруса на обрезные доски (рисунок). Такая задача оптимизации ставится впервые.

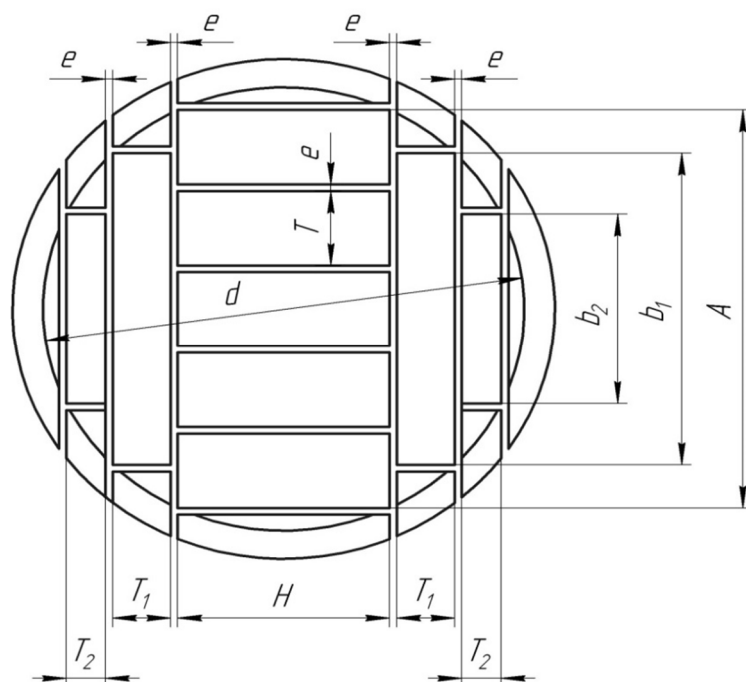


Схема раскря пиловочника брусово-развальным способом с выпиливанием одного бруса и двух пар боковых досок с последующей распиловкой бруса на обрезные доски

В качестве критерия оптимальности выбираем объем получаемых обрезных пиломатериалов. Для решения данной задачи оптимизации целевую функцию представляем в виде суммы площадей поперечных сечений обрезных досок, получаемых при раскря двухкантного бруса и двух пар боковых обрезных досок, получаемых при первом проходе раскря пиловочника брусово-развальным способом:

$$Z = Z_{БР} + Z_{Д},$$

где  $Z_{БР}$  – площадь поперечного сечения обрезных досок, получаемых при втором проходе раскря двухкантного бруса;

$Z_{Д}$  – площадь поперечного сечения двух пар боковых обрезных досок, получаемых при первом проходе раскря пиловочника.

Площадь поперечного сечения обрезных досок, получаемых при втором проходе раскря двухкантного бруса брусом-развальным способом определится по формуле

$$Z_{БР} = HA - Hei ,$$

где  $H$  – толщина двухкантного бруса;

$A$  – ширина пласти двухкантного бруса;

$e$  – ширина пропила;

$i$  – количество пропилов при распиловке двухкантного бруса.

Площадь поперечного сечения двух пар боковых обрезных досок, получаемых при первом проходе раскря пиловочника, определится по формуле

$$Z_{Д} = 2T_1b_1 + 2T_2b_2 ,$$

где  $T_1$  – толщина первой пары боковых обрезных досок;

$b_1$  – ширина первой пары боковых обрезных досок;

$T_2$  – толщина второй пары боковых обрезных досок;

$b_2$  – ширина второй пары боковых обрезных досок.

В таком виде запись математической модели основывается на предположении, что, очевидно, имеется такое сочетание размеров обрезных досок, получаемых при втором проходе раскря бруса и при первом проходе раскря пиловочника, при котором суммарный объем получаемых пиломатериалов (обрезных досок) становится максимальным.

Для составления уравнений связи воспользуемся теоремой Пифагора. Взаимосвязь диаметра пиловочника в вершинном торце с размерами бруса опишется уравнением

$$d^2 - H^2 - A^2 = 0 ,$$

где  $d$  – диаметр бревна в вершинном торце.

Взаимосвязь диаметра пиловочника в вершинном торце с размерами первой пары боковых обрезных досок опишется уравнением

$$d^2 - b_1^2 - H^2 - 4T_1^2 - 4e^2 - 4HT_1 - 4He - 8T_1e = 0 .$$

Взаимосвязь диаметра пиловочника в вершинном торце с размером второй пары боковых обрезных досок опишется уравнением

$$d^2 - b_2^2 - H^2 - 4T_1^2 - 4T_2^2 - 16e^2 - 4HT_1 - 4HT_2 - 8He - 8T_1T_2 - 16T_1e - 16T_2e = 0 .$$

Полагаем, что математическая модель поставленной задачи составлена. Таким образом, получена математическая модель для определения оптимальных размеров обрезных досок при брусом-развальном способе раскря пиловочника с учетом ширины пропила. В данной задаче оптимиза-

ции рассматривается с учетом ширины пропила следующая система раскроя пиловочника: «пиловочник – первый проход – двухкантный брус и боковые обрезные доски, а также второй проход – распиловка бруса на обрезные доски». Такая математическая модель позволяет установить в этой системе взаимосвязь всех факторов, которые влияют на выход обрезных досок. В этой математической модели семь неизвестных, а количество уравнений связи всего три. Поэтому классическое решение задачи становится проблематичным. В связи с этим предлагается для решения данной задачи оптимизации воспользоваться методом множителей Лагранжа [5].

### *Библиографический список*

1. Аксенов П.П. Теоретические основы раскроя пиловочного сырья. М.: Лесная промышленность. 1960. 216 с.
2. Уласовец В.Г. Технологические основы производства пиломатериалов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотех. ун-т. 2002. 510 с.
3. Пижурич А.А., Розенблит М.С. Моделирование и оптимизация процессов деревообработки: учебник. М.: МГУЛ. 2004. 375 с.
4. Агапов А. И. Оптимизация раскроя пиловочника с выпиливанием трех брусьев разной толщины и двух пар боковых досок // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Междунар. научно-технич. конф. Вологда, 3-4 декабря 2013 г. ВОГУ. 2014. С. 62 – 66.
5. Агапов А.И. Алгоритм определения оптимальных размеров брусьев и досок при раскрое пиловочника брусом-развальным способом // Механика технологических процессов в лесном комплексе: Междунар. научно-практическая конференция. Воронеж, 25-27 марта 2014 г. Воронеж: ВГЛТА. 2014. С. 287–291.
6. Агапов А. И. Оптимизация раскроя пиловочника средних размеров при брусом-развальном способе распиловки // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения: 7-я междунар. дистанционная науч. конф. Липецк. 20-21 февраля 2014 г. Липецк: МАКСИМАЛ. 2014. С. 16–24.
7. Калитеевский Р.Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент. Издание второе, исправленное и дополненное. СПб: ПрофиКС. 2008. 496 с.